

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-131697

(43)Date of publication of application : 15.05.2001

(51)Int.Cl.

C22C 38/00
C21D 8/06
C22C 38/32

(21)Application number : 11-311610

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 01.11.1999

(72)Inventor : OFUJI YOSHIHIRO
HAMADA TAKANARI

(54) STEEL WIRE ROD, STEEL WIRE AND PRODUCING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a wire rod excellent in wire drawability and to inexpensively produce a steel wire using the same as the stock at high yield and with high productivity.

SOLUTION: This wire rod has a composition containing 0.75 to 1.10% C, 0.1 to 1.0% Si, 0.1 to 1.0% Mn, 0.003 to 0.016% Nb, ≤1.0% Cr, ≤0.5% Cu, ≤0.01% rare earth metals, ≤0.003% Ca, ≤0.003% Mg, ≤0.0050% B, and the balance Fe with impurities, in which, in the impurities, ≤0.0020% Al, ≤0.0020% Ti, ≤0.0020% Zr, ≤0.012% P, ≤0.010% S, ≤0.0050% N and ≤0.0020% O are controlled, and moreover satisfying $Nb(\%) \times C(\%) \leq 0.012$. It is more preferable that the contents of Sn, As and Sb in the impurities are controlled to ≤0.005%, ≤0.003% and ≤0.003% respectively.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3456455

[Date of registration]

01.08.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-131697
(P2001-131697A)

(43) 公開日 平成13年5月15日 (2001.5.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Y 4 K 0 3 2
C 2 1 D 8/06		C 2 1 D 8/06	A
C 2 2 C 38/32		C 2 2 C 38/32	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-311610

(22) 出願日 平成11年11月1日 (1999.11.1)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 大藤 善弘

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内

(72) 発明者 浜田 貴成

福岡県北九州市小倉北区許斐町1番地住友
金属工業株式会社小倉製鉄所内

(74) 代理人 100103481

弁理士 森 道雄 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼線材、鋼線及びそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 伸線加工性に優れた線材を得て、それを素材とする鋼線を高い生産性の下に歩留り良く廉価に提供する。

【解決手段】 C: 0.75~1.10%、Si: 0.1~1.0%、Mn: 0.1~1.0%、Nb: 0.003~0.016%、Cr≤1.0%、Cu≤0.5%、REM≤0.01%、Ca≤0.003%、Mg≤0.003%、B≤0.0050%を含有し、残部はFe及び不純物からなり、不純物中のAl≤0.0020%、Ti≤0.0020%、Zr≤0.0020%、P≤0.012%、S≤0.010%、N≤0.0050%、O≤0.0020%以下で、更に、Nb (%)×C (%)≤0.012を満足する線材。不純物中のSn≤0.005%、As≤0.003%、Sb≤0.003%であれば一層よい。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】質量%で、C: 0.75~1.10%、Si: 0.1~1.0%、Mn: 0.1~1.0%、Nb: 0.003~0.016%、Cr: 1.0%以下、Cu: 0.5%以下、REM (希土類元素): 0.01%以下、Ca: 0.003%以下、Mg: 0.003%以下、B: 0.0050%以下を含有し、残部はFe及び不純物からなり、不純物中のAlは0.0020%以下、Tiは0.0020%以下、Zrは0.0020%以下、Pは0.012%以下、Sは0.010%以下、Nは0.0050%以下、O (酸素)は0.0020%以下で、更に、下記①式で表される f_n の値が0.01

$$\text{絞り} \geq 50 - 0.03 \times (\text{引張強さ} - 1200) \cdots \cdots \text{①}$$

【請求項 5】請求項 1 又は 2 に記載の鋼線材を冷間加工後に、最終熱処理、メッキ処理、湿式伸線加工をこの順に施す鋼線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼線材、鋼線及びそれらの製造方法に関する。より詳しくは、例えば、自動車のラジアルタイヤや、各種産業用ベルトやホースの補強材として用いられるスチールコード、更には、ソーイングワイヤなどの用途に好適な鋼線材と、前記の鋼線材を素材とする鋼線及びそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車のラジアルタイヤや、各種のベルト、ホースの補強材として用いられるスチールコード用鋼線、あるいは、ソーイングワイヤ用の鋼線は、一般に、熱間圧延後調整冷却した線径 (直径) が 5~6 mm の鋼線材 (以下、「鋼線材」を単に「線材」という) を、1 次伸線加工して直径を 3~4 mm にし、次いで、パテンティング処理を行い、更に 2 次伸線加工して 1~2 mm の直径にする。この後、最終パテンティング処理を行い、次いで、ブラスメッキを施し、更に最終湿式伸線加工を施して直径 0.15~0.40 mm にする。このようにして得られた極細鋼線を、更に撚り加工で複数本撚り合わせて撚鋼線とすることでスチールコードが製造される。

【0003】一般に、線材を鋼線に加工する際や鋼線を撚り加工する際に断線が生ずると、生産性と歩留りが大きく低下してしまう。したがって、上記技術分野に属する線材や鋼線は、伸線加工時や撚り加工時に断線しないことが強く要求される。伸線加工のうちでも最終湿式伸線加工の場合には、被処理鋼線の線径が極めて細いため、特に断線が発生しやすい。

【0004】更に、近年、種々の目的からスチールコードなどを軽量化する動きが高まってきた。このため、前記の各種製品に対して高強度が要求されるようになり、C 含有量が 0.7 質量%未満の炭素鋼線材などでは、所望の高強度が得られなくなっており、0.75 質量%以

2 以下を満足する鋼線材。

$$f_n = Nb (\%) \times C (\%) \cdots \cdots \text{①}$$

【請求項 2】質量%で、更に不純物中のSnが0.005%以下、Asが0.003%以下、Sbが0.003%以下である請求項 1 に記載の鋼線材。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 に記載の化学組成を有する鋼片を、1130~1300℃に加熱し、熱間圧延することを特徴とする鋼線材の製造方法。

【請求項 4】請求項 1 又は 2 に記載の化学組成を有し、最終熱処理後のMPa 単位での引張強さ及びμ単位での絞りが下記②式を満足する鋼線。

上のC含有量の鋼線を用いることが多くなっている。しかし、C含有量を高めると伸線加工性が低下するので、断線頻度が高くなる。このため、C含有量が高く鋼線に高い強度を確保させることができ、しかも伸線加工性にも優れた線材に対する要求が極めて大きくなっている。

【0005】上記した近年の産業界からの要望に対して、偏析やマイクロ組織を制御したり、特定の元素を含有させることで高炭素線材の伸線加工性を高める技術が提案されている。

【0006】例えば、特公平7-11060号公報には、線材のMnの偏析を制御する「伸線加工性のすぐれた高強度鋼線材」が開示されている。しかし、この公報で提案された技術は、線材におけるMnの偏析ピーク幅を小さくするために、①鑄片サイズを大きくとって圧減比を高める、②中心偏析を改善するために鑄造時の溶鋼過熱度を低めとする、③鑄型内電磁攪拌を行う、④凝固末期に鑄片に圧下をかける、⑤鑄片を均熱炉中で加熱し偏析元素を拡散させる、などの特殊な処理を必要とする。このため、線材の製造工程や製造設備が異なる場合には、必ずしも適用できないものであるし、たとえ適用できたとしても製造コストが高くなるものであった。この特公平7-11060号公報には、Mnの偏析の制御に加えて、Al、Ti、Nb及びZrの1種以上を0.01~0.1%含有させた高強度鋼線材も開示されている。しかし、ここで提案された線材はAl、Ti、Nb及びZrの含有量が多く、しかも、粗大な炭化物、窒化物の生成に対する配慮がなされていないので、細い線径、例えば、直径0.40 mm以下の線径にまで伸線すると、断線する場合があった。

【0007】特許番号第2609387号公報には、特定の化学組成を有する鋼材からなり、初析セメンタイトの含有平均面積率を規定した「高強度高靱性極細鋼線用線材、高強度高靱性極細鋼線、および該極細鋼線を用いた撚り製品、並びに該極細鋼線の製造方法」が開示されている。しかし、この公報で提案された線材は、高価な元素であるNi及びCoの1種以上を必須の成分として

10

20

30

40

50

含有するため、製造コストが高む。この特許番号第2609387号公報には、成分元素としてNb:0.01~0.1重量%、Zr:0.05~0.1重量%、Mo:0.02~0.5重量%よりなる群から1種以上を含有させて極細鋼線の靱延性を一層高める技術が開示されている。しかし、ここで提案された線材も、前記した特公平7-11060号公報で提案された技術と同様、Nb、Zr及びMoの含有量が多く、しかも、粗大な炭化物、窒化物の生成に対する配慮がなされていないので、細い線径、例えば、直径0.40mm以下の線径にまで伸線すると、断線する場合があった。

【0008】前記の特公平7-11060号公報や特許番号第2609387号公報で提案された技術によれば、一応は伸線加工性に優れた線材を得ることができ。しかし、既に述べたように、製造コストが高むし、例えば、直径0.40mm以下の線径にまで伸線すると断線する場合があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記現状に鑑みなされたもので、その目的は、スチールコードやソーイングワイヤなどの用途に好適な伸線加工性などの冷間加工性に優れた線材を得るとともに、前記の線材を素材とする鋼線を高い生産性の下に歩留りよく廉価に提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、下記

(1)と(2)に示す線材、(3)に示す線材の製造方

$$RA \geq 50 - 0.03 \times (TS - 1200) \cdots \cdots \textcircled{2}$$

(5)上記(1)又は(2)に記載の線材を冷間加工後に、最終熱処理、メッキ処理、湿式伸線加工をこの順に施す鋼線の製造方法。

【0016】なお、「線材」とは、棒状に熱間圧延された鋼で、コイル状に巻かれた鋼材を指し、所謂「パイコイル」を含むものである。

【0017】「最終熱処理」とは、最終のパテンティング処理を指す。

【0018】線材を鋼線に加工するための「冷間加工」には、通常の穴ダイスを用いた伸線加工だけでなく、ローラダイスを用いた伸線加工、所謂「2ロール圧延機」、「3ロール圧延機」や「4ロール圧延機」を用いた冷間圧延加工を含む。

【0019】又、「メッキ処理」は、ブラスメッキ、Cuメッキ、Niメッキなどのように、次の湿式伸線の過程における引き抜き抵抗の低減や、スチールコード用途の場合におけるようなゴムとの密着性を高めることなどを目的に施されるものをいう。

【0020】以下、上記の(1)~(5)に記載のものをそれぞれ(1)~(5)の発明という。

【0021】本発明者らは、線材の化学組成と機械的性質が伸線加工性などの冷間加工性(以下、簡単のために

法、(4)に示す鋼線及び(5)に示す鋼線の製造方法にある。

【0011】(1)質量%で、C:0.75~1.10%、Si:0.1~1.0%、Mn:0.1~1.0%、Nb:0.003~0.016%、Cr:1.0%以下、Cu:0.5%以下、REM(希土類元素):0.01%以下、Ca:0.003%以下、Mg:0.003%以下、B:0.0050%以下を含有し、残部はFe及び不純物からなり、不純物中のAlは0.0020%以下、Tiは0.0020%以下、Zrは0.0020%以下、Pは0.012%以下、Sは0.010%以下、Nは0.0050%以下、O(酸素)は0.0020%以下で、更に、下記①式で表される f_n の値が0.012以下を満足する線材。

$$\text{【0012】 } f_n = Nb(\%) \times C(\%) \cdots \cdots \textcircled{1}$$

(2)質量%で、更に不純物中のSnが0.005%以下、Asが0.003%以下、Sbが0.003%以下である上記(1)に記載の線材。

【0013】(3)上記(1)又は(2)に記載の化学組成を有する鋼片を、1130~1300℃に加熱し、熱間圧延することを特徴とする線材の製造方法。

【0014】(4)上記(1)又は(2)に記載の化学組成を有し、TSを引張強さ、RAを絞りとして、最終熱処理後のMPa単位でのTS及び%単位でのRAが下記②式を満足する鋼線。

$$\text{【0015】}$$

単に「伸線加工性」という)に及ぼす影響について調査・研究を重ね、その結果、下記の知見を得た。

【0022】(a)TS(引張強さ)を高めるためには、C、Si、Mn、Crなどの合金元素の含有量を増やせばよいが、これら合金元素の含有量の増加は伸線加工性の低下、つまり、伸線加工時の限界加工度の低下を招くため、断線する頻度が増加する。

【0023】(b)伸線加工性は、伸線加工前、つまり熱処理後のTS(引張強さ)とRA(絞り)とから推定できる。特に、最終熱処理後の伸線加工性は最終熱処理後のTS及びRAとよい相関を示し、RAの値がTSに応じたある一定値以上の場合に極めて良好な伸線加工性が得られる。

【0024】(c)微量のNbを含有する鋼を用いれば、パーライト変態前のオーステナイト結晶粒を確実に、しかも安定して微細化できるので、伸線加工性が向上する。これは、Nbの含有量が微量であれば、鋼片を熱間圧延するための加熱時にその大部分をオーステナイト中に固溶させることができるため、熱間圧延後の冷却中に微細なNbCを分散させることが可能になって、オーステナイト結晶粒が微細化するからである。又、NbCはパテンティングの典型的な加熱条件である1000

℃以下の温度では、ほとんど素地に固溶しないため、微細組織が維持されて伸線加工性が向上する。なお、Nbの含有量が多いと粗大なNbCが生成するので、伸線加工時の断線頻度が高くなってしまふ。

【0025】(d) 伸線加工時の限界加工度を高めるためには、不純物元素であるAl、Ti、Zr、P、S、N、O(酸素)の含有量を厳しく制限すればよい。

【0026】(e) 不純物元素としてのSn、As及びSbの含有量を厳しく制限すれば、伸線加工性が極めて高くなる。

【0027】本発明は、上記の知見に基づいて完成されたものである。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各要件について詳しく説明する。なお、各元素の含有量の「%」表示は「質量%」を意味する。

【0029】(A) 化学組成

C: 0.75~1.10%

Cは、線材の強度を高めるのに有効な元素である。しかし、その含有量が0.75%未満の場合には、例えばTSで3200MPaといった高い強度を安定して最終製品に付与させることが困難である。一方、Cの含有量が多すぎると鋼材が硬質化して伸線加工性の低下を招く。特に、C含有量が1.10%を超えると、初析セメンタイト(つまり、旧オーステナイト粒界に沿うセメンタイト)の生成を防止するために熱間圧延後の冷却速度を速くする必要があるが、前記の冷却速度を速くすることによって熱間圧延された線材の強度が大幅に上昇するため伸線加工性が大きく低下し、後述のNbを規定量含有させ、しかも不純物元素を規定の含有量まで低減しても、例えば、真歪で3.6以上となるような大きな加工度で伸線加工を行うと、断線が頻発するようになる。したがって、Cの含有量を0.75~1.10%とした。なお、真歪(ϵ)とは加工前の線材や鋼線の直径(d_0)と加工後の鋼線の直径(d)を用いて下記の(i)式で表されるものである。

【0030】 $\epsilon = 2 \log_e (d_0/d) \dots (i)$

Si: 0.1~1.0%

Siは、強度を高めるのに有効な元素である。更に、脱酸剤として必要な元素でもある。しかし、その含有量が0.1%未満では添加効果に乏しく、一方、1.0%を超えると伸線加工での限界加工度が低下する。したがって、Siの含有量を0.1~1.0%とした。

【0031】Mn: 0.1~1.0%

Mnは、強度を高める作用に加えて、鋼中のSをMnSとして固定して熱間脆性を防止する作用を有する。しかし、その含有量が0.1%未満では前記の効果が得難い。一方、Mnは偏析しやすい元素であり、1.0%を超えると特に線材の中心部に偏析し、その偏析部にはマルテンサイトやベイナイトが生成するので、伸線加工性

が低下してしまう。したがって、Mnの含有量を0.1~1.0%とした。

【0032】Nb: 0.003~0.016%

Nbは、オーステナイト結晶粒を微細化させ、伸線加工性を高める作用を有する。しかし、その含有量が0.003%未満では前記の効果が得難い。一方、後述するように、Nbの含有量はC含有量に依存し、C含有量を前記した下限値の0.75%にしても、Nbの含有量が0.016%を超えると、粗大なNbCの生成を抑制できなくなる。この粗大なNbCは伸線加工の際の断線起点となるので、伸線加工性の低下を招いてしまう。したがってNbの含有量を0.003~0.016%以下とした。なお、Nbは凝固偏析しやすい元素であるため、粗大なNbCの生成を確実に防止するには、Nbの含有量を0.010%未満にすることが望ましい。

【0033】Cr: 1.0%以下

Crは添加しなくてもよい。添加すれば、パーライトのラメラ間隔を小さくして圧延後及びパテンティング後の強度を高める作用を有する。又、伸線加工を初めとする冷間加工時の加工硬化率を高める働きがある。こうした効果を確実に得るには、Crは0.1%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が1.0%を超えると、パーライト変態が終了するまでの時間が長くなり、熱間圧延後の線材の中心部にマルテンサイトやベイナイトが生成するため、伸線加工中の断線頻度が増加する。したがって、Crの含有量を1.0%以下とした。

【0034】Cu: 0.5%以下

Cuは添加しなくてもよい。添加すれば耐食性を高める作用がある。この効果を確実に得るには、Cuは0.05%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.5%を超えると結晶粒界に偏析して鋼塊の分塊圧延や線材の熱間圧延など熱間加工時における割れや疵の発生が顕著になる。したがって、Cuの含有量を0.5%以下とした。

【0035】REM(希土類元素): 0.01%以下

REMは添加しなくてもよい。添加すれば、熱間加工性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、REMは0.001%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、REMを0.01%を超えて含有させても前記の効果は飽和し、コストが嵩むばかりである。したがって、REMの含有量を0.01%以下とした。なお、本発明でいう「REMの含有量」は、「REMの合計の含有量」を指す。

【0036】Ca: 0.003%以下

Caは添加しなくてもよい。添加すれば、熱間加工性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、Caは0.0001%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、Caを0.003%を超えて含有させても前記の効果は飽和し、コストが嵩むばかりである。したがって

て、Caの含有量を0.003%以下とした。

【0037】Mg:0.003%以下

Mgは添加しなくてもよい。添加すれば、熱間加工性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、Mgは0.0001%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、Mgを0.003%を超えて含有させても前記の効果は飽和し、コストが嵩むばかりである。したがって、Mgの含有量を0.003%以下とした。

【0038】B:0.0050%以下

Bは添加しなくてもよい。添加すれば、鋼中に固溶したNと結合してBNを形成し、固溶Nを低減して、伸線加工性を向上させ、更に最終伸線後の捻回試験での縦割れ発生を抑制する効果がある。この効果を確実に得るには、後述するように不純物元素としてのN、Tiの含有量にもよるが、0.0003%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、Bを0.0050%を超えて含有させると、粗大なBNが生成して、伸線加工性が低下する。したがって、Bの含有量を0.0050%以下とした。

【0039】更に、(1)の発明においては、不純物元素であるAl、Ti、Zr、P、S、N、Oの含有量を下記のとおりに制限する。

【0040】Al:0.0020%以下

Alは Al_2O_3 を主成分とする酸化物系介在物を形成して伸線加工性を低下させてしまう。特にその含有量が0.0020%を超えると、前記酸化物系介在物が粗大化して、伸線加工中に断線が多発し、伸線加工性の低下が著しくなる。したがって、Alの含有量を0.0020%以下とした。

【0041】Ti:0.0020%以下

TiはNと結合してTiNを形成する。このTiNは伸線加工中の断線起点となるので伸線加工性が低下してしまう。特にその含有量が0.0020%を超えると、TiNが粗大化して伸線加工中に断線が多発し、伸線加工性の低下が著しくなる。したがって、Tiの含有量を0.0020%以下とした。

【0042】Zr:0.0020%以下

ZrはNと結合してZrNを形成する。このZrNは伸線加工中の断線起点となるので伸線加工性が低下してしまう。特にその含有量が0.0020%を超えると、ZrNが粗大化して伸線加工中に断線が多発し、伸線加工性の低下が著しくなる。したがって、Zrの含有量を0.0020%以下とした。

【0043】P:0.012%以下

Pは粒界に偏析して伸線加工性を低下させてしまう。特に、その含有量が0.012%を超えると伸線加工性の低下が著しくなる。したがって、Pの含有量を0.012%以下とした。

【0044】S:0.010%以下

Sは伸線加工性を低下させてしまう。特に、その含有量

が0.010%を超えると伸線加工性の低下が著しくなる。したがって、Sの含有量を0.010%以下とした。

【0045】N:0.0050%以下

Nは冷間での伸線加工中に転位に固着して鋼線の強度を上昇させる反面で、伸線加工性を低下させてしまう。特に、その含有量が0.0050%を超えると伸線加工性の低下が著しくなる。したがって、Nの含有量を0.0050%以下とした。

【0046】O(酸素):0.0020%以下

Oは酸化物系介在物を形成して伸線加工性を低下させてしまう。特に、Oの含有量が0.0020%を超えると、酸化物系介在物が粗大化するので伸線加工性の低下が著しくなると、伸線加工中に断線が多発する。したがって、Oの含有量を0.0020%以下とした。

【0047】 f_n :0.012以下

NbはCと結合してNbCを形成する。このNbCが粗大な場合、伸線加工中の断線起点となるので伸線加工性が低下してしまう。上記NbCのサイズは鋼中での析出温度と密接な関係を有し、高温で析出するほど粗大になる。NbCの析出温度は前記した①式で表される f_n で決定され、この値が0.012を超えると、NbCの析出する温度が高くなってNbCが粗大化し、伸線加工性が低下する。このため f_n の値を0.012以下とした。なお、Nbは凝固偏析し易い元素であるため、粗大なNbCの生成を確実に防止するには、 f_n の値を0.010未満にすることが望ましい。

【0048】不純物元素としてのSn、As及びSbの含有量を制限すれば、伸線加工性を一層高めることができる。このため、極めて優れた伸線加工性が要求される場合には、前記した各種元素に加えてSn、As及びSbの含有量を厳しく制限するのがよい。したがって、

(2)の発明においては、不純物元素であるSn、As及びSbの含有量を下記のとおりに制限する。

【0049】Sn:0.005%以下

Snは、特に製鋼原料にスクラップを用いる場合に不純物元素として混入するが、その含有量を0.005%以下に制限すると極めて良好な伸線加工性が得られる。したがって、Snの含有量を0.005%以下とした。

【0050】As:0.003%以下

Asは、特に製鋼原料にスクラップを用いる場合に不純物元素として混入するが、その含有量を0.003%以下に制限すると極めて良好な伸線加工性が得られる。したがって、Asの量を0.003%以下とした。

【0051】Sb:0.003%以下

Sbも、特に製鋼原料にスクラップを用いる場合に不純物元素として混入するが、その含有量を0.003%以下に制限すると極めて良好な伸線加工性が得られる。したがって、Sbの含有量を0.003%以下とした。

【0052】(B)鋼片の加熱温度

本発明は、Nbを微量含有させることによりオーステナイト結晶粒を微細化して、伸線加工性を向上させるもので、この効果を最大限に発揮させるためには、NbCを微細に分散させる必要がある。そのためには熱間圧延に際して、鋼片を1130℃以上の温度に加熱し、既に析出しているNbCをなるべく多くオーステナイト中に固溶させることが望ましい。一方、加熱温度が1300℃を超えると、鋼片の軟化が著しくなって鋼片が変形し易くなり、熱間圧延が困難になる場合がある。

【0053】したがって、(3)の発明においては前記(A)項の化学組成を有する鋼片を、1130～1300℃に加熱し、熱間圧延することとした。

【0054】(C)最終熱処理後の引張特性

前記(A)項に記した化学組成を有する線材に、穴ダイスを用いた伸線加工、ローラダイスを用いた伸線加工、所謂「2ロール圧延機」、「3ロール圧延機」や「4ロール圧延機」を用いた冷間圧延加工など通常の冷間加工を施して鋼線が加工される。この鋼線には冷間加工後、通常の方法で、最終熱処理(パテンティング処理)が施される。

【0055】図1は、後述の実施例の表3に示す結果を用いて、CとNbの含有量がそれぞれ0.75～1.10%、0.003～0.016%の範囲にあり、①式で表される f_n の値が0.012以下で、しかも、不純物元素としてのAl、Ti、Zr、P、S、N及びO(酸素)がそれぞれ0.0020%以下、0.0020%以下、0.0020%以下、0.012%以下、0.010%以下、0.0050%以下、0.0020%以下である13種の鋼を素材鋼とする場合について、縦軸と横

軸にそれぞれ最終熱処理後の鋼線のRA(%)とTS(MPa)をとって、直径1.5mmから0.20mmまでプラスメッキ後に湿式伸線した場合の伸線加工性を整理した図である。なお、図1における記号は、直径1.5mmから0.20mmまで鋼線を100kg湿式伸線した場合の断線回数が、○は0(ゼロ)、△は1

回、×は2回であったことを示す。

【0056】この図1から分かるように、最終熱処理後のMPa単位でのTS及び%単位でのRAが前記②式、つまり、 $RA \geq 50 - 0.03 \times (TS - 1200)$ を満足すれば、良好な伸線加工性が得られる。

【0057】したがって、(4)の発明においては、前記(A)項に記した化学組成を有する鋼線の最終熱処理後の引張特性が、既に述べた②式を満足するようにした。

【0058】スチールコード用やソーイングワイヤ用の極細鋼線は、(5)の発明の方法で製造される。つまり、前記(A)項に記した化学組成を有する線材に、通常の冷間加工を施した後、通常の方法で、最終熱処理(パテンティング処理)及び、プラスメッキ、Cuメッキ、Niメッキなど、次の湿式伸線の過程における引き抜き抵抗の低減や、ゴムとの密着性の向上などを目的とするメッキ処理を施し、更に湿式伸線を行うことで極細鋼線が製造される。

【0059】こうして得られた極細鋼線は、この後所定の最終製品へと加工される。例えば、極細鋼線を更に撚り加工で複数本撚り合わせて撚鋼線とすることでスチールコードが成形される。

【0060】以下、実施例により本発明を詳しく説明する。

【0061】

【実施例】表1、表2に示す化学組成を有する鋼A～Yを150kg真空炉を用いて溶製した。表1における鋼A～D、鋼H、鋼J～L、表2における鋼O、鋼Q、鋼U、鋼X及び鋼Yは、化学組成が本発明で規定する含有量の範囲内にある本発明例である。一方、表1における鋼E～G、鋼I、鋼M、表2における鋼N、鋼P、鋼R～T、鋼V及び鋼Wは、成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れた比較例である。

【0062】

【表1】

表 1

鋼区 分	化 学 組 成 (重量%)											残部: Fe および不純物					fn
	C	Si	Mn	Nb	Al	Ti	Zr	P	S	N	O	Sn	As	Sb	その他		
A 本	0.80	0.21	0.38	0.012	0.0013	0.0012	0.0003	0.007	0.006	0.0029	0.0012	0.002	0.001	0.001	-	0.0096	
B 本	0.91	0.19	0.40	0.007	0.0009	0.0013	0.0005	0.008	0.007	0.0033	0.0010	0.001	-	-	-	0.0064	
C 本	0.96	0.20	0.41	0.008	0.0012	0.0014	0.0002	0.006	0.005	0.0031	0.0013	0.003	0.001	0.002	Cr:0.19	0.0077	
D 本	1.06	0.21	0.39	0.008	0.0010	0.0011	0.0006	0.006	0.004	0.0037	0.0012	-	0.001	0.001	-	0.0085	
E 比	*1.13	0.22	0.39	0.007	0.0011	0.0015	0.0003	0.011	0.005	0.0026	0.0013	0.002	-	-	-	0.0079	
F 比	0.90	0.40	0.31	* -	0.0011	0.0013	0.0004	0.006	0.007	0.0034	0.0012	0.002	0.002	0.002	Cr:0.25	0.0000	
G 比	0.89	0.41	0.30	*0.002	0.0012	0.0011	0.0004	0.007	0.003	0.0038	0.0012	0.002	0.001	0.001	Cr:0.26, B:0.0008	0.0018	
H 本	0.91	0.20	0.41	0.004	0.0009	0.0009	0.0003	0.008	0.006	0.0032	0.0014	0.003	0.006	0.007	Cr:0.20, B:0.0007	0.0036	
I 比	0.89	0.21	0.39	*0.017	0.0010	0.0011	0.0002	0.007	0.005	0.0036	0.0012	0.004	0.001	0.001	Cr:0.20	*0.0151	
J 本	0.90	0.21	0.50	0.012	0.0008	0.0009	0.0004	0.006	0.005	0.0043	0.0008	-	-	-	Cr:0.08, B:0.0010	0.0108	
K 本	0.91	0.74	0.42	0.007	0.0012	0.0012	0.0003	0.008	0.006	0.0034	0.0013	0.002	0.001	-	Cr:0.12, Cu:0.21	0.0064	
L 本	1.04	0.19	0.43	0.008	0.0010	0.0014	0.0006	0.007	0.004	0.0030	0.0012	0.006	0.004	0.003	Cr:0.30, Ca:0.0003, REM:0.0004	0.0083	
M 比	1.06	0.20	0.44	0.014	0.0009	0.0011	0.0007	0.004	0.006	0.0029	0.0013	0.007	0.002	0.004	Cr:0.30, B:0.0009	*0.0148	

区分欄の「本」は本発明例、「比」は比較例を表す。「REM」は希土類元素の合計含有量を示す。Sn, As, Sbの欄における「-」は0.001%未満を示す。
その他の欄における「-」は、Cr, Cuが0.01%未満、Nb, REMが0.001%未満、B, Ca, Mgが0.0001%未満を表す。
fn=Nb (%) × C (%)。
*印は本発明で規定する条件から外れていることを示す。

20

【0063】

【表2】

表 2

鋼 区 分	化 学 組 成 (重量%)											残部: Feおよび不純物					fn
	C	Si	Mn	Nb	Al	Ti	Zr	P	S	N	O	Sn	As	Sb	その他		
N 比	1.05	0.23	0.45	*0.002	0.0014	0.0010	0.0005	0.006	0.007	0.0031	0.0016	0.002	-	-	Cr:0.29	0.0021	
O 本	1.04	0.49	0.40	0.006	0.0011	0.0013	0.0004	0.008	0.006	0.0032	0.0014	0.003	0.001	0.001	Cr:0.51, B:0.0013	0.0062	
P 比	1.06	0.20	0.39	0.012	0.0012	0.0012	0.0006	0.008	0.005	0.0031	0.0012	-	0.001	-	Cr:0.48	*0.0127	
Q 本	1.05	0.23	0.71	0.008	0.0009	0.0015	0.0003	0.010	0.004	0.0032	0.0008	0.007	0.001	0.005	Cr:0.03, REM:0.003, B:0.0011	0.0084	
R 比	0.98	0.24	0.41	0.007	*0.0023	0.0011	0.0003	0.009	0.005	0.0031	0.0011	0.002	0.001	0.001	Cr:0.18, B:0.0006	0.0069	
S 比	0.97	0.23	0.42	0.008	0.0010	*0.0022	*0.0021	0.008	0.006	0.0034	0.0013	0.001	0.001	0.001	Cr:0.21, B:0.0007	0.0078	
T 比	0.98	0.20	0.41	0.010	0.0008	0.0008	0.0005	0.007	0.007	0.0038	*0.0024	0.002	0.002	0.001	Cr:0.22, B:0.0008	0.0098	
U 本	0.98	0.21	0.42	0.006	0.0017	0.0017	0.0012	0.009	0.004	0.0038	0.0012	0.004	0.005	0.003	Cr:0.19, B:0.0006	0.0059	
V 比	1.04	0.35	0.30	0.007	0.0013	0.0015	0.0011	*0.015	0.006	0.0035	0.0013	0.003	0.001	0.001	Cr:0.41, B:0.0012	0.0073	
W 比	1.05	0.34	0.31	0.008	0.0012	0.0012	0.0008	0.007	0.004	*0.0057	0.0011	0.001	-	-	Cr:0.42, B:0.0012	0.0084	
X 本	1.03	0.36	0.32	0.007	0.0013	0.0007	0.0002	0.006	0.005	0.0029	0.0014	0.002	0.004	0.005	Cr:0.41, B:0.0010	0.0072	
Y 本	1.05	0.35	0.31	0.008	0.0011	0.0011	0.0003	0.008	0.006	0.0032	0.0013	0.007	0.001	0.001	Cr:0.40, B:0.0011	0.0062	

区分欄の「本」は本発明例、「比」は比較例を表す。「REM」は希土類元素の合計含有量を示す。Sn, As, Sbの欄における「-」は0.001%未満を示す。
その他の欄における「-」は、Cr, Cuが0.01%未満、Nb, REMが0.001%未満、B, Ca, Mgが0.0001%未満を表す。
 $fn = Nb (\%) \times C (\%)$ 。
*印は本発明で規定する条件から外れていることを示す。

40

【0064】次いで、これらの鋼を通常の方法で熱間鍛造して直径80mmの丸棒とし、次いで、この直径80mmの丸棒を鋼A～P及び鋼R～Yは1180℃に、鋼Qは1100℃に加熱した後、圧延仕上げ温度880℃で直径5.5mmに熱間圧延し、大気中で自然冷却した。

【0065】上記のようにして得られた線材に一次伸線加工、一次パテンティング処理、二次伸線加工を施し、直径1.5mmの鋼線とした。この後更に、最終パテンティング処理（オーステナイト化条件：975℃×20

秒、鉛浴処理：570℃×30秒）を施し、引き続き通常の方法でブラスメッキを行った後、各ダイスの減面率が平均で20%となるパススケジュールで、直径0.20mmまで湿式伸線加工を行った。なお最終伸線は、各鋼毎に100kg行い、その際の断線回数を記録した。また断線回数が10回を超えた場合、直径0.20mmまでの伸線を中止した。なお、直径1.5mmの鋼線を直径0.20mmまで100kg湿式伸線した際の断線回数が2回以内の場合に伸線加工性が良好と評価し、断線回数が3回以上の場合には伸線加工性が悪いと評価し

50

た。

【0066】最終のパテンティング処理を施した直径

1.5mmの鋼線と、湿式伸線加工を行った直径0.2

0mmの鋼線については、引張試験も行った。

【0067】表3に、前記の各調査結果をまとめて示す。

【0068】

【表3】

表 3

試験 番号	鋼 分	区	最終パテンティング材			A ¹⁾	最終伸線材			
			直径 (mm)	TS (MPa)	RA (%)		直径 (mm)	TS (MPa)	RA (%)	100kg伸線した ときの断線回数
1	A	本	1.5	1278	57.3	47.8	0.20	4038	46.8	0
2	B	本	1.5	1384	52.4	44.5	0.20	4218	44.3	0
3	C	本	1.5	1457	50.1	42.3	0.20	4410	42.5	0
4	D	本	1.5	1569	43.7	38.9	0.20	4612	36.6	0
5	*E	比	1.5	1643	38.9	36.7	0.20mmまで伸線できず			—
6	*F	比	1.5	1402	39.0	43.9	0.20	4276	31.4	5
7	*G	比	1.5	1375	40.3	44.8	0.20	4261	32.7	4
8	H	本	1.6	1398	49.6	44.1	0.20	4285	42.3	1
9	*I	比	1.5	1370	47.5	44.9	0.20	4257	41.5	6
10	J	本	1.5	1371	50.2	44.9	0.20	4243	43.6	0
11	K	本	1.5	1426	42.4	43.2	0.20	4315	42.2	2
12	L	本	1.5	1564	43.9	39.1	0.20	4658	35.7	1
13	*M	比	1.5	1595	42.8	38.2	0.20	4703	37.6	8
14	*N	比	1.5	1589	35.7	38.3	0.20	4685	29.1	4
15	O	本	1.5	1611	44.1	37.7	0.20	4724	38.3	0
16	*P	比	1.5	1607	43.8	37.8	0.20	4733	36.5	3
17	Q	本	1.5	1627	37.0	37.2	0.20	4716	36.8	2
18	*R	比	1.5	1485	48.8	41.5	0.20	4477	40.7	5
19	*S	比	1.5	1476	47.2	41.7	0.20	4458	41.8	6
20	*T	比	1.6	1490	46.5	41.3	0.20	4491	40.1	7
21	U	本	1.5	1484	47.6	41.5	0.20	4480	42.0	1
22	*V	比	1.5	1586	41.1	38.4	0.20	4689	33.3	3
23	*W	比	1.5	1609	42.9	37.7	0.20	4761	30.2	3
24	X	本	1.5	1581	44.3	38.6	0.20	4656	38.4	1
25	Y	本	1.5	1578	37.4	38.7	0.20	4724	37.8	2

区分欄の「本」は本発明例、「比」は比較例を示す。
 *印は本発明で規定する範囲から外れていることを示す
 1) A=50-0.03×(TS-1200)。但しTSの単位はMPaである。

【0069】表3から明らかなように、C含有量が1.10%を超える鋼Eを素材鋼とする試験番号5は伸線加工性が低く、直径0.20mmまで伸線できなかった。

【0070】Nb含有量が0.003%を下回る鋼F、鋼G及び鋼Nを素材鋼とする試験番号6、7及び14、前記①式で表されるf_nの値が0.012を上回る鋼M及び鋼Pを素材鋼とする試験番号13及び16、Nb含有量が0.016%を上回るとともに前記①式で表されるf_nの値が0.012を上回る鋼Iを素材鋼とする試験番号9は、いずれも伸線加工性が低く、伸線中の断線回数が3回以上であった。

【0071】又、不純物であるAl含有量が0.0020%を上回る鋼Rを素材鋼とする試験番号18、Ti含有量が0.0020%を上回る鋼Sを素材鋼とする試験番号19、O(酸素)含有量が0.0020%を上回る鋼Tを素材鋼とする試験番号20、P含有量が0.012

%を上回る鋼Vを素材鋼とする試験番号22、N含有量が0.0050%を上回る鋼Wを素材鋼とする試験番号23も伸線加工性が低く、伸線中の断線回数が3回以上であった。

【0072】上記の比較例に対し、本発明例の鋼を用いた試験番号、つまり試験番号1～4、8、10～12、15、17、21、24及び25の場合には、断線回数が2回以内で、伸線加工性が良好であった。

【0073】上記の本発明例の鋼を用いた試験番号のうちでも、鋼中不純物元素としてのSn、As、Sbの含有量が低く、それぞれ0.005%以下、0.003%以下、0.003%以下である場合(試験番号1～4、10、11及び15)には、断線回数が0回で、極めて伸線加工性に優れていた。

【0074】又、上記の本発明例の鋼を用いた試験番号のうちでも、熱間圧延前の加熱温度が1130℃以上で

あった場合（試験番号 1～4、8、10～12、15、21、24 及び 25）には、断線回数が 1 回以下で、伸線加工性に極めて優れていた。

【0075】更に、上記の本発明例の鋼を用いた試験番号のうちでも、最終パテンティング材の引張強さと絞り（前記②で表される関係）を満たす場合（試験番号 1～4、8、10、12、15、21 及び 24）には、断線回数が 1 回以下で、伸線加工性に極めて優れていた。

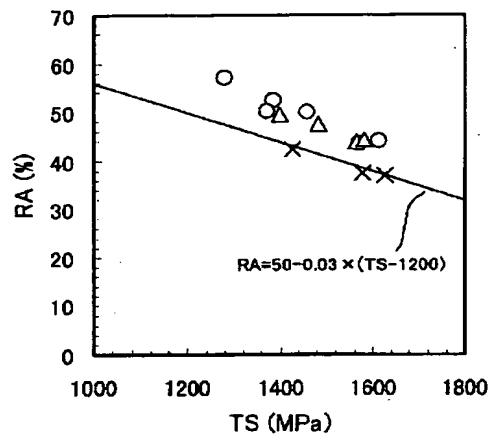
【0076】

【発明の効果】本発明の線材は伸線加工性に優れるので、この線材を素材としてスチールコードやソーイングワイヤなどを高い生産性の下に歩留りよく提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例に用いた鋼の一部について、縦軸に絞り（%）、横軸に引張強さ（MPa）をとって、断線回数に及ぼす影響を整理した図である。

【図 1】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K032 AA00 AA01 AA02 AA06 AA07
AA08 AA11 AA14 AA16 AA21
AA22 AA26 AA27 AA29 AA31
AA35 AA39 AA40 BA02 CA02
CA03 CB02 CG02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.